

AS

⑤

Int. Cl. 2:

G 02 B 5-14

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 34 280 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 34 280

⑰

Aktenzeichen:

P 24 34 280.1-51

⑳

Anmeldetag:

17. 7. 74

㉔

Offenlegungstag:

5. 2. 76

③

Unionspriorität:

③

③

③

⑤

Bezeichnung:

Nachrichtenübertragungsleitung

⑦

Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt

⑦

Erfinder:

Börner, Manfred, Dr.rer.nat., 7900 Ulm

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 24 34 280 A1

2434280

L I C E N T I A

Patent-Verwaltungs-GmbH

6000 Frankfurt (Main) 70, Theodor-Stern-Kai 1

Ulm (Donau), 16. Juli 1974  
PT-UL/Bs/rB UL 74/79

"Nachrichtenübertragungsleitung"

Die Erfindung betrifft eine Nachrichtenübertragungsleitung mit mindestens einer Lichtleitfaser und einer die Lichtleitfaser coaxial umgebenden mehrschichtigen Umhüllung:

Lichtleitfasern in Form sogenannter optischer Wellenleiter bieten nach dem derzeitigen Stand des Fachwissens die größte Übertragungskapazität aller Nachrichtenübertragungsleitungen.

Ein derartiger optischer Wellenleiter wird aus verlustarmem Glas, vorzugsweise aus reinem Quarzglas, hergestellt. Er be-

steht aus einem Kern- und aus einem Mantelbereich, deren Brechzahl sich geringfügig voneinander unterscheidet. Bei sogenannten Monomode-Fasern liegt der Durchmesser des Kernbereichs in der Größenordnung der übertragenen Lichtwellenlänge; bei den Multimode-Fasern beträgt der Durchmesser des Kernbereichs ein Vielfaches der Lichtwellenlänge. Der Gesamtdurchmesser der Fasern beläuft sich auf weniger als etwa 100 Mikrometer.

Nachrichtenübertragungsleitungen sind schon beim Verlegen und auch während des Betriebs hohen Beanspruchungen ausgesetzt, die ein derartiger Lichtleiter ohne geeigneten Schutz nicht ertragen könnte. Wegen der geringen Scherfestigkeit von Glas sind insbesondere zu Scherkräften Anlaß gebende mechanische Beanspruchungen nachteilig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nachrichtenübertragungsleitung mit mindestens einer Lichtleitfaser anzugeben, die den in der Praxis auftretenden Beanspruchungen, insbesondere Beanspruchungen mechanischer Art, die zu übermäßigen Scherkräften führen, gewachsen ist. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein besonders einfaches und kostensparendes Verfahren zur Herstellung einer derartigen Nachrichtenübertragungsleitung anzugeben.

Eine Lösung dieses Problems wird bei einer Nachrichtenübertragungsleitung gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die erste, unmittelbar an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht einer mehrschichtigen, die Lichtleitfaser coaxial umfassenden Umhüllung, derart ausgebildet ist, daß geringe Eigenbewegungen der Lichtleitfaser in Bezug auf diese Umhüllungsschicht möglich sind.

Bei starken Beanspruchungen einer derartigen Nachrichtenübertragungsleitung, insbesondere bei Bieungsbeanspruchungen infolge mechanischer Einflüsse kann durch diese Maßnahme verhindert werden, daß die auftretenden Kräfte die Scherfestigkeit der in die Umhüllung eingebetteten Lichtleitfaser übersteigen.

In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht die erste, unmittelbar an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht aus einem pulverförmigen oder feinkörnigen Material. Dadurch wird erreicht, daß bei der Herstellung<sup>der</sup> Nachrichtenübertragungsleitung die Lichtleitfaser allseitig dicht mit Umhüllungsmaterial umgeben werden kann; andererseits ermöglicht der pulverförmige oder feinkörnige Zustand des Umhüllungsmaterials in gewissen Grenzen die erwünschte Eigenbewegung der Lichtleitfaser bei Beanspruchung des Nachrichtenübertragungskabels.

Als Material für diese Umhüllungsschicht eignet sich beispielsweise Talkumpuder.

Ein weiterhin mit Vorteil anwendbares Material für diese Umhüllungsschicht besteht aus dem Kunststoff Polystyrol, der als Granulat handelsüblich ist. Die feinkörnige Struktur des Granulats ermöglicht wiederum bei der Herstellung des Nachrichtenübertragungskabels eine dichte Umfassung der Lichtleitfaser mit Polystyrolkörnern. Bekanntlich lassen sich die einzelnen Körnchen des Granulats durch Wärmeeinfluß, beispielsweise durch eine Behandlung mit Heißdampf, zu einer mehr oder weniger zusammenhängenden einheitlichen Masse verbinden. Sofern eine derartige Verschweißung der Granulatkörnchen angestrebt wird, wird die Wärmezufuhr vorzugsweise derart bemessen, daß eine enge Verbindung der Granulatkörnchen im wesentlichen nur im Randbereich dieser ersten Umhüllungsschicht erfolgt. In unmittelbarer Nachbarschaft der Lichtleitfaser dagegen, sollten die Körnchen des Granulats nicht miteinander verbunden sein, um die gewünschte Eigenbewegung der Lichtleitfaser nicht zu behindern.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann bei Anwendung eines pulverförmigen oder feinkörnigen Materials als erste Umhüllungsschicht der Lichtleitfaser in regelmäßigen oder un-

regelmäßigen Abständen in einer vorzugsweise senkrecht zur Längsachse der Übertragungsleitung liegenden Ebene im Material der Umhüllungsschicht eine verfestigte Zone vorgesehen werden, die mit der nächstfolgenden Umhüllungsschicht fest verbunden sein kann, mit der Lichtleitfaser dagegen nicht unbedingt eine feste Verbindung eingehen sollte. Diese Zone soll in Kabellängsrichtung nur eine geringe Ausdehnung haben. Sie kann beispielsweise dadurch erzeugt werden, daß bei der Herstellung der ersten Umhüllungsschicht dem Schichtmaterial zeitweise ein Bindemittel, beispielsweise ein aushärtbarer Kleber, zugesetzt wird. Diese verdichteten Zonen bieten den Vorteil, daß die Nachrichtenübertragungsleitung in einzelne Segmente aufgeteilt ist. Beim Auftrennen des Kabels an beliebiger Stelle oder bei einer Beschädigung des Kabels würde nur das pulverförmige oder feinkörnige Umhüllungsmaterial des grade betroffenen Segments der Leitung verloren gehen. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß durch diese verdichteten Zonen auch eine unzulässige Längsdehnung der die Kabelseele bildenden Lichtleitfaser verhindert werden kann.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht die an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht aus einem Kunststoffschäum; dieser bildet zwar eine zusammenhän-

gende Masse, läßt aber durchaus die gewünschten Eigenbewegungen der Lichtleitfaser in gewissen Grenzen zu.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert.

In Figur 1 ist ein Schnitt durch einen Teil einer Nachrichtenübertragungsleitung gemäß der Erfindung dargestellt. Mit 1 ist eine die Seele des Kabels bildende Lichtleitfaser bezeichnet. Zum Schutz gegen übermäßige Beanspruchungen ist diese <sup>ins-</sup>besondere gegen starke Scherkräfte anfällige Lichtleitfaser mit einer mehrschichtigen Umhüllung umgeben. Erfindungsgemäß ist die erste, unmittelbar an die Lichtleitfaser 1 grenzende Umhüllungsschicht 2 derart ausgebildet, daß geringe Eigenbewegungen der Lichtleitfaser 1 in Bezug auf diese Umhüllungsschicht möglich sind. Vorteilhaft besteht diese Umhüllungsschicht demnach aus einem pulverförmigen oder sehr feinkörnigen Material, welches die Lichtleitfaser 1 einerseits dicht umgibt, andererseits aber doch Eigenbewegungen dieser Lichtleitfaser zuläßt. Bei der Auswahl des Materials für die Umhüllungsschicht 2 ist lediglich zu beachten, daß es keine harten und scharfkantigen Körner aufweisen sollte, um eine Beschädigung des Lichtleiters 1 zu verhindern. Ansonsten werden keine besonderen Anforderungen an dieses Material gestellt, so daß ein eine

preisgünstige Herstellung des Nachrichtenkabels ermöglichendes Material ausgewählt werden kann. Denkbar ist eine Verwendung von Talkumpuder als Material für diese Umhüllungsschicht 2.

In Figur 1 sind noch weitere Teile des mehrschichtigen Kabelaufbaus dargestellt, die sich nach außen an die unmittelbar an die Lichtleitfaser angrenzende Umhüllungsschicht anschließen. Mit 3 ist die unmittelbar auf die pulverförmige Umhüllungsschicht 2 folgende Mantelschicht bezeichnet, die beispielsweise aus einem Kunststoffband bestehen kann, das während der Herstellung des Kabels spiralförmig derart aufgewickelt wird, daß ein im wesentlichen zylindrischer Mantel entsteht. Mit 4/<sup>ist</sup>ein die Schicht 3 umschließender Wellrohrmantel bezeichnet, der grobe mechanische Beanspruchungen von der Kabelseele fernhalten soll. Dieses Wellrohr 4 besteht aus einem Metall wie Stahl oder Kupfer, kann jedoch auch/<sup>aus</sup>einem sehr widerstandsfähigen Kunststoff hergestellt sein. Die die Nachrichtenübertragungsleitung nach außen abschließende letzte Umhüllungsschicht 5 besteht aus einem das Kabel vor Umwelteinflüssen schützenden Kunststoffmantel. Dieser soll beispielsweise das Eindringen von Feuchtigkeit sowie den Kabelaufbau zersetzenden Säuren bzw. anderen Schadstoffen verhindern. In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die den Lichtleiter 1 unmittelbar umgebende Umhüllung 2 aus handelsüblichem Polystyrolgranulat bestehen. Bekanntlich können die einzelnen Kunststoffkörnchen



durch Wärmezufuhr, beispielsweise durch Beeinflussung mit Heißdampf, zu einer mehr oder weniger einheitlichen Masse zusammengeschweißt werden. Vorteilhaft ist es nach Umgebung der Lichtleitfaser mit den Kunststoffkörnern die Wärmezufuhr so zu steuern, daß sich die Kunststoffkörner nur am Außenrand der Umhüllungsschicht 2 zu einer einheitlichen Masse miteinander verbinden, während in der Nachbarschaft der Lichtleitfaser 1 die einzelnen Kunststoffkörner dagegen möglichst voneinander getrennt bleiben sollen. Die feste und zusammenhängende Außenwandung der Umhüllungsschicht 2 bietet auf diese Weise guten Kontakt zu den darauffolgenden Umhüllungsschichten, während gleichzeitig im Inneren der Umhüllungsschicht 2 durch die noch relativ leicht beweglichen Kunststoffkörner eine gewisse Eigenbewegung der Lichtleitfaser 1 nicht behindert wird.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Umhüllungsschicht 2 aus einem Kunststoffschaum bestehen; dieser bildet zwar im allgemeinen eine zusammenhängende Masse, die aber infolge ihrer Weichheit und Nachgiebigkeit ebenfalls eine gewisse Eigenbewegung der Lichtleitfaser 1 ermöglicht.

Bei der Beschreibung einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird auf Figur 2 Bezug genommen. Die dabei verwendeten Bezugszeichen stimmen im wesentlichen mit jenen der

Figur 1 überein. Bei Verwendung eines pulverförmigen oder feinkörnigen Füllmaterials als Umhüllungsschicht 2 erweist<sup>es</sup>/~~sich~~ unter Umständen als vorteilhaft, wenn in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen über die Länge der Nachrichtenleitung verteilt in dieser Umhüllungsschicht 2 in Ebenen, die vorzugsweise senkrecht zur Längsachse der Nachrichtenübertragungsleitung gerichtet sind, verfestigte Zonen 6 vorgesehen werden, die mit der nächstfolgenden Umhüllungsschicht 3 fest verbunden sein können, mit der Lichtleitfaser 1 jedoch nicht unbedingt eine feste Verbindung eingehen müssen. Diese verfestigten Zonen 6 haben nur eine relativ geringe Ausdehnung in Längsrichtung der Nachrichtenleitung und teilen die Leitung in einzelne Segmente ein. Bei einer Öffnung der Nachrichtenleitung an beliebiger Stelle oder bei einer Beschädigung der Leitung wird nur das im jeweils betroffenen Leitungssegment befindliche Material der Umhüllungsschicht austreten und verloren gehen. Durch die das geöffnete Leitungssegment begrenzenden verfestigten Zonen 6 wird das Austreten von Umhüllungsmaterial auch aus den benachbarten Segmenten der Leitung verhindert. Darüber hinaus kann durch die verfestigten Zonen 6 eine unzulässig große Bewegung der Lichtleitfaser<sup>1</sup> in Längsrichtung des Nachrichtenkabels verhindert werden. Weiterhin kann verhindert werden, daß die Lichtleitfaser bei Zugbeanspruchung in Längsrich-

tung der Nachrichtenleitung aus den sie umgebenden Hüllschichten herausgezogen wird. Es ist dazu nicht unbedingt notwendig, daß die verfestigte Zone 6 auch eine innige Verbindung mit der Lichtleitfaser 1 selbst eingeht; es wäre bereits ausreichend, wenn die verfestigte Zone 6 der Bewegung der Lichtleitfaser 1 einen größeren Widerstand entgegensetzen würde.

Verfestigte Zonen 6 können bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Nachrichtenübertragungsleitung beispielsweise dadurch erzeugt werden, daß dem Material für die Umhüllungsschicht 2 in bestimmten Abständen ein Bindungsmittel, beispielsweise ein aushärtbares Klebmittel, zugesetzt wird.

Bei jedem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Nachrichtenübertragungsleitung ist es besonders vorteilhaft, wenn die geschützte Lichtleitfaser 1 nicht unbedingt streng parallel zur Kabellängsachse verläuft, sondern mit einem Längenüberschuß wellenförmig im nachgiebigen Material der Umhüllungsschicht 2 angeordnet ist. Diese zusätzliche Maßnahme trägt dazu bei, daß beispielsweise bei starken Krümmungen der Nachrichtenleitung eine übermäßige, zur Zerstörung des Lichtleiters führende Streckung verhindert wird.

Eine besonders einfache und kostensparende Herstellung des erfindungsgemäßen Nachrichtenkabels ist nach einem Verfahren möglich, das anhand der schematischen Skizze von Figur 3 erläutert wird. Von einer Rolle 10 wird ein Kunststoffband abgerollt und

mittels einer geeigneten Vorrichtung, beispielsweise einem Ring oder einem Trichter, kontinuierlich spiralförmig zum Mantel eines Hohlzylinders aufgewickelt oder so zu einem Rohr geformt, daß eine ganz in Längsrichtung des Kabels liegende Trennfuge entsteht. In die Öffnung des entstehenden Hohlzylinders greift ein Trichter 30 ein, durch den gleichzeitig sowohl eine die Kabelseele bildende Lichtleitfaser 40 von einer Vorratströmmel 50 als auch aus einem weiteren Vorratsbehälter 60 Material 70 zur Umhüllung der Lichtleitfaser 40 in den Hohlzylinder eingekeitet wird. Das Umhüllungsmaterial 70, das in körniger oder pulvriger Form vorliegt, füllt den Raum zwischen Lichtleitfaser 40 und dem aus einem Kunststoffband erzeugten Hohlzylinder aus. Vorteilhaft durchläuft der aus einem Kunststoffband entstandene Hohlzylinder anschließend eine Vorrichtung 80, in der durch Erhitzung mittels Hochfrequenzenergie eine Verschweißung des Zylindermantels erreicht wird. Sofern ein Nachrichtenkabel mit verfestigten Zonen 6 gemäß Figur 2 hergestellt werden soll, kann zusätzlich eine Dosiervorrichtung vorgesehen werden, die in bestimmten Zeitabständen

dem in den Trichter 30 eintretenden Schichtmaterial 70 genau dosierte Mengen eines Bindemittels zufügt. Für viele Anwendungsfälle, beispielsweise zur Verlegung innerhalb von Geräten, ist eine aus den Schichten 2 und 3 bestehende Umhüllung bereits als ausreichender Schutz für die Lichtleitfaser 1 anzusehen. Zum Schutz vor sehr starken Beanspruchungen, denen beispielsweise ein im Erdreich verlegtes Kabel ausgesetzt ist, können in anschließenden, gleichzeitig ablaufenden Herstellungsschritten die weiteren in den Figuren 1 und 2 dargestellten Umhüllungsschichten 4 und 5 aufgebracht werden.

Obgleich bereits ein vorstehend beschriebenes Kabel mit einer einzigen Lichtleitfaser eine sehr große Nachrichtenübertragungskapazität hat, ist es durchaus möglich, anstelle einer einzigen Faser mehrere Fasern gemäß der Erfindung mit einer schützenden Umhüllung zu versehen. Die einzelnen Fasern werden dann vorteilhaft mit Hilfe eines Farbcodes gekennzeichnet.

Selbstverständlich lassen sich auch die fertigen Kabel in einer größeren Anzahl zu Kabelbündeln zusammenfassen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Nachrichtenübertragungsleitung mit mindestens einer Lichtleitfaser, bei dem die Lichtleitfaser zum Schutz gegen beschädigende Einflüsse mit einer mehrschichtigen, die Lichtleitfaser coaxial umfassenden Umhüllung umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die erste unmittelbar an die Lichtleitfaser (1) grenzende Umhüllungsschicht (2) derart ausgebildet ist, daß geringe Eigenbewegungen der Lichtleitfaser (1) in Bezug auf diese Umhüllungsschicht möglich sind.

2. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste, unmittelbar an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht (2) aus pulverförmigem oder feinkörnigem Material besteht.

3. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht (2) aus Talkumpuder besteht.

4. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht aus Polystyrolgranulat besteht.

5. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die an die Lichtleitfaser grenzende Umhüllungsschicht aus einem Kunststoffschäum besteht.
6. Nachrichtenübertragungsleitung nach jedem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1) nicht streng parallel zur Längsachse der Nachrichtenübertragungsleitung verläuft sondern mit Überlänge wellenförmig verlaufend im Umhüllungsmaterial (2) eingebettet ist.
7. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in Abständen im Umhüllungsmaterial (2) verfestigte Zonen (6) vorgesehen sind, die den von der Umhüllungsschicht (3) umfaßten Teil der Nachrichtenleitung in Segmente (7) einteilen.
8. Nachrichtenübertragungsleitung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die verfestigten Zonen (6) fest mit der Umhüllungsschicht (3) verbunden sind.
9. Verfahren zur Herstellung einer Nachrichtenübertragungsleitung gekennzeichnet dadurch, daß wenigstens eine oder mehrere Glasfasern (1), die innerste Füllmasse und die zweite Schicht

(in Form eines Bandes) in einer kontinuierlich arbeitenden Apparatur in einem Kabel oder dem innersten Teil eines Kabels zusammengeführt werden, wobei die zweite Schicht, die durch entsprechende Verformung aus einem Band entsteht, durch beispielsweise Verschweißen mittels Hochfrequenz entlang einer graden oder spiralförmigen Naht erzeugt wird.



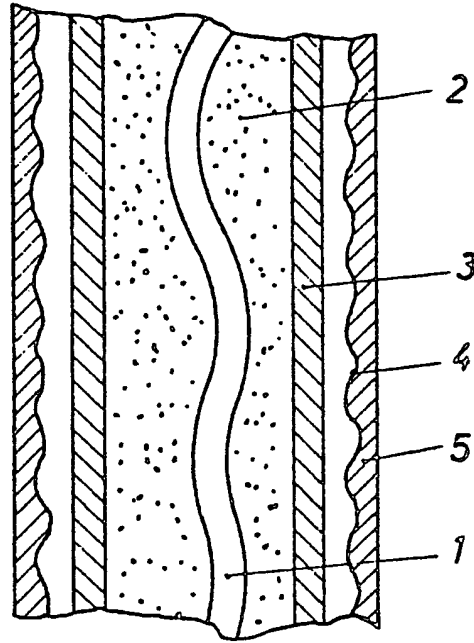


FIG. 1

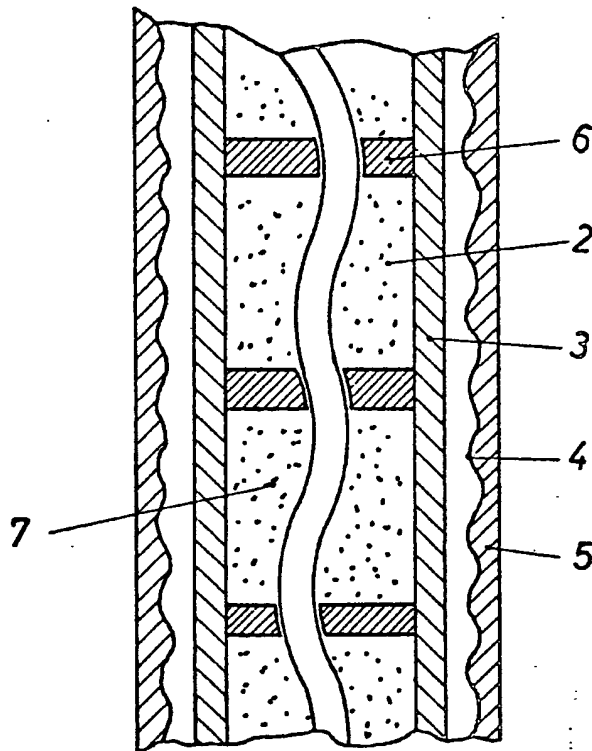
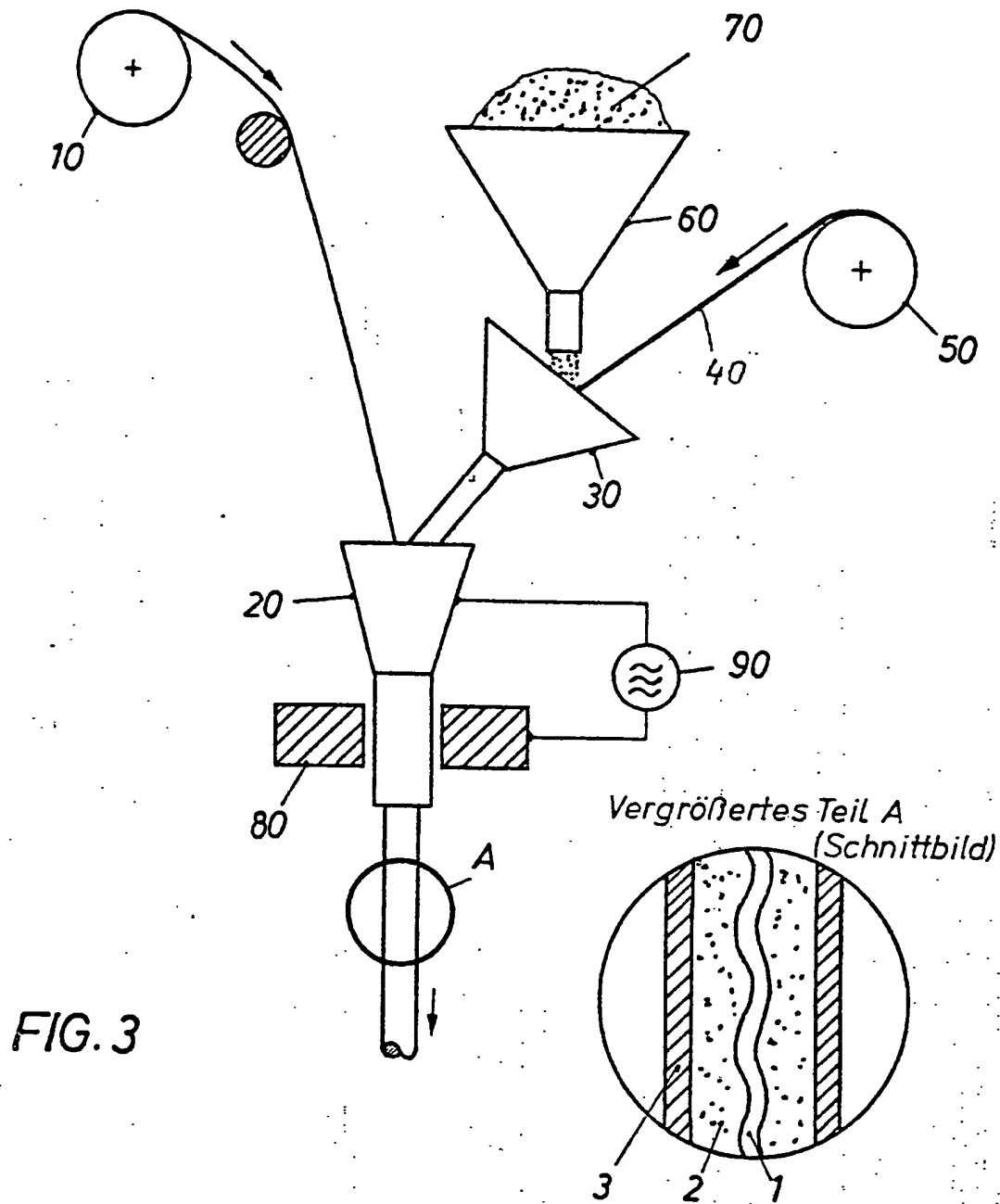


FIG. 2

509886/0558



**FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY**

**GERMAN PATENT OFFICE**

**Patent Application Publication 24 34 280**

**File Number:** P 24 34 280.1-51

**Application Date:** 7/17/74

**Publication Date:** 2/5/76

**Union priority**

**Designation:** Telecommunications Transmission Line

**Applicant:** Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt

**Inventor:** Dr.rer.nat. Manfred Börner, 7900 Ulm

**Examination request according to § 28b, PatG has been made**

**L I C E N T I A**  
Patent-Verwaltungs-GmbH  
6000 Frankfurt (Main) 70, Theodor-Stern Kai 1

Ulm (Donau) July 16, 1974  
PT-UL/Bs/rB UL 74/79

“Telecommunications Transmission Line”

The invention concerns a telecommunications transmission line with at least one optical fiber and a multilayer jacketing surrounding the optical fiber coaxially.

Optical fibers in the form of so-called optical waveguides offer the greatest transmission capacity telecommunications transmission lines according to the present state-of-the-art expertise.

Such an optical waveguide is manufactured of low-loss glass, preferably a silica glass. It

consists of a core- and a jacket area, whose refractive index shows very little difference. For so-called singlemode fibers the diameter of the core is in the magnitude of the transmitted wavelength; for the multimode fibers the diameter of the core is a multiple of the wavelength. The total diameter of the fibers amounts to less than approximately 100 micrometers.

Telecommunications transmission lines are subject to demands during installation and during operation, which could not be tolerated by an optical fiber without suitable protection. Due to low shearing resistance of glass, mechanical demands leading to shearing forces are especially disadvantageous.

The invention has the objective to provide a telecommunications transmission line with at least one optical fiber, which will meet the demands, especially mechanical demands that occur in practical experience and lead to excessive shearing forces. Additionally, the invention has the objective to provide a simple and cost-effective process for the manufacture of such a telecommunications transmission line.

The objective is achieved with a telecommunications transmission line according to the preamble of the main claim where the first jacketing layer of a multi-layer jacketing immediately bordering to the optical fiber is formed in such a way that little movement of the optical fiber in relation to the jacketing is possible.

With strong demands for such a telecommunications transmission line, especially during bending demands due to mechanical effects this measure can avoid that the forces occurring exceed the shearing resistance of the optical fiber embedded in the jacketing.

In a construction sample of the invention the first jacketing layer immediately bordering to the optical fiber consists of a powder-like or finely granulated material. This results in the fact that during the manufacture of the telecommunications transmission line the optical fiber can be densely surrounded with jacketing material; on the other hand the powder-like or finely granulated state of the jacketing material enables the desired movement – within limits – of the optical fiber during operational demands of the telecommunications transmission cable.

Talcum powder is f.e. a suitable material for this jacketing layer.

Another advantageous material for this jacketing layer consists of the plastic polystyrol, which is commonly available in granulated form. The finely granulated structure of the granulate again enables a dense surrounding of the optical fiber with polystyrol granulate during the manufacture of the telecommunications transmission cable. As is well known, the individual granules of the granulate can be combined by heat application, f.e. through a treatment with steam, into a more or less coherent mass. If this welding of the granules is the aim, the heat supply is preferably measured in such a way, that a tight combination of the granules essentially happens only in the border area of this first jacketing layer. However, in the immediate proximity to the optical fibers the granules of the granulate should not be combined with each other in order that the desired movement of the optical fibers is not obstructed.

In a further development of the invention, when using a powder-like or finely granulated material as the first jacketing layer of the optical fibers,

a reinforced zone can be provided in regular or irregular intervals in a layer of the material of the jacketing layer preferably vertical to the longitudinal axis of the transmission line, which can be firmly connected with the next jacketing layer, but which should not form a tight connection with the optical fiber. This zone should only have a minimal expansion in the longitudinal cable direction. It can be f.e. produced by adding a binding material, f.e. a cured glue, to the layer material during the production of the first jacketing layer. These compact zones have the advantage that the telecommunications transmission line is divided into individual segments. During ripping of the cable at any point or during damage of the cable only the powder-like or finely granulated material of the affected segment of the line will be lost. Another advantage can be seen in the fact that these compact zones can prevent an unacceptable longitudinal elongation of the optical fiber forming the cable core.

In a further construction sample of the invention the jacketing layer immediately bordering the optical fibers consists of plastic foam; it forms a coherent



mass, but allows the desired movement of the optical fiber within certain limits.

The invention will be explained in the following by referring to the diagram.

Figure 1 shows a cut through a part of a telecommunications transmission line according to the invention. 1 designates the optical fiber forming the core of the cable. For protection against excessive demands, especially shearing forces, a multi-layer jacketing surrounds the optical fiber. According to the invention the first jacketing layer 2 immediately bordering the optical fiber 1 is formed in such a way, that minimal movements of the optical fiber 1 relative to this jacketing layer are possible. This jacketing layer preferably consists of a powder-like or finely granulated material, which on one hand densely surrounds the optical fiber 1, but on the other hand allows movement of this optical fiber. In the selection of the material for the jacketing layer 2 it has to be kept in mind that the material should not contain hard or sharp-edged granules in order to avoid damage to the optical fiber 1. Other than that, there are no special requirements for this material, so that a

material can be selected for the manufacture of the telecommunications cable that is cost-effective. The use of talcum powder as the material for this jacketing layer 2 is conceivable.

Figure 1 shows further parts of the multi-layer cable construction, which connect to the outside to the jacketing layer immediately bordering the optical fiber. 3 designates the material layer immediately following the powder-like jacketing layer 2, which could f.e. consist of a plastic band, which is wound in a spiral during manufacture in such a way that an essentially cylindrical jacket is created. 4 designates a corrugated pipe surrounding the layer 3, which is supposed to keep away tough mechanical strains from the cable core. This corrugated pipe consists of metal such as steel or copper, but can also be made of a resistant plastic. The last jacketing layer 5, which completes the enclosure of the telecommunications transmission line, consists of a plastic jacket protecting the cable against environmental influences. This jacket is supposed to protect the cable against moisture penetration as well as acids or other toxic substances, which destroy the cable construction. In a further construction sample of the invention the jacketing 2 immediately surrounding the optical fiber 1 can consist of a commercially available polystyrol granulate. As known, the individual plastic granules

can be welded together into a more or less coherent mass through heat application, f.e. through treatment with steam. It will be advantageous to control the heat application after surrounding the optical fiber with the plastic granules in such a way that the plastic granules combine only at the outer edges of the jacketing layer 2 into a coherent mass, while the plastic granules closest to the optical fiber 1 should remain separated from each other. The solid and coherent outer wall of the jacketing layer 2 thus offers a good contact to the following jacketing layers, while in the interior of the jacketing layer 2 a certain movement of the optical fiber 1 is not obstructed due to the relatively easily moving plastic granules.

In a second construction sample of the invention the jacketing layer 2 can consist of a plastic foam; it generally forms a coherent mass, which also enables a certain movement of the optical fiber 1 due to its softness and resilience.

Fig. 2 refers to a further advantageous development of the invention. The reference marks used here agree essentially with those in

Fig. 1. Using a powder-like or finely granulated filling material for jacketing layer 2 it can be advantageous under certain conditions, when reinforced zones 6 are provided in regular or irregular intervals vertical to the longitudinal axis of the telecommunications transmission cable, which are closely connected to the next jacketing layer 3, but where the optical fiber 1 will not necessarily have a close connection. These reinforced zones 6 show a relatively small elongation in the longitudinal direction of the telecommunications line and divide the line into individual segments. When opening the telecommunications line at any arbitrary point or when the line is damaged, only the material located in the affected line segment will leak out and be lost. By the reinforced zones 6 bordering the opened line segment leaking of jacketing material from the adjoining segments of the line is avoided. Additionally the reinforced zones 6 prevent an unacceptably large movement of the optical fiber 1 in the longitudinal direction of the telecommunications cable. It also prevents

pulling the optical fiber 1 from the surrounding jacketing layers during tensile stress in the longitudinal direction of the telecommunications line. It is not absolutely necessary that the reinforced zone 6 has a close connection to the optical fiber 1; it would be sufficient if the reinforced zone 6 would provide greater resistance to the movement of the optical fiber 1.

Reinforced zones can be produced during the manufacture of the telecommunications transmission line adding a binding agent, f.e. a cured glue in certain intervals to the material for the jacketing layer 2.

In all the construction samples of the telecommunications transmission line according to the invention described above it is especially advantageous, if the protected optical fiber 1 does not necessarily run parallel to the cable longitudinal axis, but is arranged in a wave-like manner in the resilient material of the jacketing layer 2. This additional measure avoids excessive stretching leading to damage to the optical fiber f.e. during the strong bending of the telecommunications line.

An especially simple and cost-effective manufacture of the telecommunications transmission line is done by a process, which is explained by means of the schematic diagram in Fig. 3. A plastic band is paid off a reel 10 and is wound continuously in a spiral relative to the jacket of the hollow cylinder by means of a suitable device such as a ring or hopper or formed into a tube in such a way, that an interstice is created located in the longitudinal direction of the cable. A hopper 30 engages in the opening of the created hollow cylinder, which simultaneously feeds optical fiber 40 forming the cable core from a storage reel 50, as well as material 70 from a storage container 60 for jacketing of the optical fiber 40 into the hollow cylinder. The jacketing material 70 in granulated or powder-like form fills the space between the optical fiber 40 and the hollow cylinder formed by a plastic band. A device 80 runs subsequently through the hollow cylinder created by the plastic band where a welding of the cylinder jacket is achieved by heating by means of high-frequency energy. If a cable with reinforced zones 6 is to be created, a dosing device can additionally be provided, which

adds exact dosages of a binding material to the layer material 70 entering into the hopper in determined time intervals. For many applications, f.e. for installation within equipment, the jacketing consisting of layers 2 and 3 will already provide sufficient protection for the optical fiber 1. For protection against high stresses, to which a cable installed in the ground may be subjected, the jacketing layers 4 and 5 shown in Fig. 1 and 2 can be applied in subsequent simultaneous manufacturing steps.

Although such a cable with a single optical fiber already described has a high telecommunications transmission capacity, it is possible according to the invention to provide several fibers instead of the single fiber with the protective jacketing. It is advantageous to designate the individual fiber with a color code.

It is evident that the finished cables can be combined in a larger number into cable bundles.

A b s t r a c t

1. Telecommunications transmission line with at least one optical fiber, where the optical fiber is protected against damaging influences by a multi-layer jacketing (2) surrounding the optical fiber coaxially, characterized by the first layer immediately bordering the optical fiber (1) being formed in such a way, that minimal movement of the optical fiber (1) in relation to this jacketing layer is possible.

2. Telecommunications transmission cable according to claim 1, characterized by the first jacketing layer (2) immediately bordering the optical fiber consisting of a powder-like or finely granulated material.

3. Telecommunications transmission line according to claim 2, characterized by the jacketing layer (2) immediately bordering the optical fiber consisting of talcum powder.

4. Telecommunications transmission line according to claim 2, characterized by the jacketing layer immediately bordering the optical fiber consisting of polystyrol.



5. Telecommunications transmission line according to claim 2, characterized by the jacketing layer immediately bordering the optical fiber consisting of a plastic foam.

6. Telecommunications transmission line according to each of the claims 2 to 5, characterized by the optical fiber (1) running not strictly parallel to the longitudinal axis of the telecommunications transmission line but being embedded with excess length in a wave-like manner into the jacketing material (2).

7. Telecommunications transmission line, according to claim 2, characterized by reinforced zones (6) being provided at intervals in the jacketing material, which divide the part of the telecommunications line enclosed by the jacketing layer (3) into segments (7).

8. Telecommunications transmission cable according to claim 7, characterized by the reinforced zones (6) being connected solidly with the jacketing layer (3).

9. Process for the manufacture of a telecommunications transmission line characterized by at least one or more optical fibers (1), the inner filling compound and the second layer (in the form of a band) being combined in a cable or the innermost part of a

cable by a continuously working apparatus, where the second layer, which consists of a band formed f.e. by welding by means of high frequency along a straight or spiral seam, being created.